



**SISTEMA DE REALIDAD AUMENTADA DESCRIPTIVA DEL NUEVO  
TIRAJE DE BILLETES COLOMBIANOS DEL AÑO 2016,  
PARTICIPACIÓN COMO DESARROLLADOR DE BASE DE DATOS.**

**JAIRO ANDRÉS ARBELÁEZ CALDERÓN**

**UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS  
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS  
VILLAVICENCIO, COLOMBIA  
2017**

**SISTEMA DE REALIDAD AUMENTADA DESCRIPTIVA DEL NUEVO  
TIRAJE DE BILLETES COLOMBIANOS DEL AÑO 2016,  
PARTICIPACIÓN COMO DESARROLLADOR DE BASE DE DATOS.**

**JAIRO ANDRÉS ARBELÁEZ CALDERÓN**

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de  
Ingeniero de Sistemas

Director:

**CESAR AUGUSTO DÍAZ CELIS**

Ingeniero de Sistemas

MSc. Sistemas de Información Geográfica

**UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS  
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS  
VILLAVICENCIO  
2017**

NOTAS DE ACEPTACIÓN:

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Cesar Augusto Díaz Celis, MSc  
Director

---

Jurado

---

Fecha

## AGRADECIMIENTOS

*A mi familia por todo el apoyo, esfuerzo y sacrificio para brindarme ayuda económica, amor, comprensión y la confianza en cada momento de mi vida y a través de estos años de estudio con lo cual pude crecer tanto personal como profesionalmente.*

*A mi director de pasantía, el ingeniero Cesar Augusto Díaz Celis por su orientación, asesoría y soporte que me permitió culminar exitosamente esta pasantía. A los diferentes profesores de la universidad de los Llanos que me compartieron su conocimiento en el transcurso de la carrera los cuales día a día están ayudando a formar personas integra para el desarrollo de la sociedad.*

*Al ingeniero Cesar José Cote Roza, por brindarme la oportunidad de pertenecer a su equipo de trabajo y haber depositado su confianza en mí para hacer parte del desarrollo de este proyecto al igual que por su asesoría y orientación brindada con las cuales pude obtener nuevos conocimientos.*

*A mis amigos y grupo de trabajo que de una u otra forma hicieron parte de este proceso de aprendizaje y formación con los cuales crecimos personal y profesionalmente.*

# TABLA DE CONTENIDO

<b>1. CLÁUSULA DE CONFIDENCIALIDAD .....</b>	<b>8</b>
<b>2. RESUMEN .....</b>	<b>9</b>
<b>3. ABSTRACT .....</b>	<b>10</b>
<b>4. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....</b>	<b>11</b>
<b>5. JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>12</b>
<b>6. OBJETIVOS .....</b>	<b>13</b>
6.1. Objetivo general .....	13
6.2. Objetivos específicos .....	13
<b>7. MARCO CONTEXTUAL .....</b>	<b>14</b>
7.1 Realidad Aumentada .....	14
<b>7.2 Aplicaciones de Realidad Aumentada .....</b>	<b>14</b>
7.3 Sistema de realidad aumentada descriptiva del nuevo tiraje de billetes colombianos del año 2016, participación como desarrollador de base de datos .....	15
<b>7.4 TECNOLOGÍAS .....</b>	<b>16</b>
7.4.1 Unity personal 5.4 .....	16
7.4.1.1 Interfaz de usuario (UI) .....	17
7.4.1.2 Scripting .....	17
7.4.1.3 Cámaras .....	17
7.4.1.4 GameObject .....	18
7.4.1.5 Assets .....	18
7.4.1.6 Prefabs .....	18
7.4.1.7 Sprites .....	19
7.4.1.8 AssetBundles .....	19
7.4.1.9 Button (Botón) .....	19
7.4.2 MonoDevelop 5.9.6 .....	19
7.4.3 Vuforia .....	20
7.4.3.1 Image Targets .....	20
7.4.3.1.1 Atributos de un Image Target ideal .....	21
7.4.3.1.2 Optimización de detección y estabilidad en el seguimiento .....	22
7.4.3.2 Bases de datos con Vuforia .....	23
7.4.3.2.1 Base de datos de dispositivo .....	23
7.4.3.2.2 Base de datos en la nube .....	23
7.4.4 Filezilla .....	24
7.4.5 Adobe Photoshop CS5 .....	25
<b>7.5 Pasantía .....</b>	<b>25</b>

<b>8. METODOLOGÍA.....</b>	<b>26</b>
<b>9. DESARROLLO DE LA PASANTÍA. ....</b>	<b>27</b>
<b>9.1 Descripción general de los Sprint.....</b>	<b>27</b>
9.1.1 Sprint 1.....	27
9.1.1.1 Base de datos en la nube .....	28
9.1.1.2 Base de datos de dispositivo .....	28
9.1.2 Sprint 2.....	29
9.1.2.1 Creación de AssetBundle.....	30
9.1.2.2 Descarga de Assetbundle .....	32
9.1.3 Sprint 3.....	33
9.1.4 Sprint 4.....	34
<b>10. RESULTADOS.....</b>	<b>35</b>
<b>11. CONCLUSIONES. ....</b>	<b>38</b>
<b>12. RECOMENDACIONES. ....</b>	<b>39</b>
<b>13. REFERENCIAS.....</b>	<b>40</b>
<b>14. GLOSARIO .....</b>	<b>45</b>
14.1 Aspectos generales de la empresa. ....	45
14.2. Acrónimos.....	46
<b>15. ANEXOS .....</b>	<b>47</b>
15.1 Cláusula de confidencialidad Ceindetec Llanos. ....	47

## TABLA DE ILUSTRACIONES

Figura 1. Uso de la realidad aumentada. [9].....	14
Figura 2. Entorno desarrollo Unity. ....	17
Figura 3. Flujo de trabajo creación AssetBundle [26]. ....	19
Figura 4. Renderizado de objeto 3D al detectar target impreso en una hoja. [32].	20
Figura 5. Imagen ideal para ser Image Target [33]. ....	22
Figura 6. Imagen analizada y calificada con 5 estrellas. [33] .....	22
Figura 7. Llaves de conexión y acceso a base de datos en la nube. ....	28
Figura 8. Archivo multimedia. ....	29
Figura 9. Entorno desarrollo Unity. ....	30
Figura 10. Tamaño y coordenadas.....	30
Figura 11. Nombrando AssetBundle para almacenarlos [46]. ....	31
Figura 12. Script exportar empaquetado .....	31
Figura 13. Descarga e instancia de Assets descargados.....	33
Figura 14. Menú principal de la aplicación. ....	34
Figura 15. Descarga de contenido. ....	37
Figura 16. Botones superpuestos.....	37
Figura 17. Detalles de seguridad o artísticos. ....	37
Figura 18. Logo Ceindetec Llanos. [48].....	45

## **1. CLÁUSULA DE CONFIDENCIALIDAD**

Debido a lineamientos de protección de propiedad intelectual, el Centro de Investigación de Desarrollo Tecnológico de los Llanos (CEINDETEC Llanos) se guarda el derecho de reservar los secretos corporativos detrás de este proyecto. Para garantizar la discreción de la información relevante a los proyectos de CEINDETEC Llanos, se realizó un acuerdo de confidencialidad, al final del presente libro se anexa una copia del formato en el cual se explican todos los términos y condiciones de la cláusula.



## 2. RESUMEN

El sistema de realidad aumentada descriptiva del nuevo tiraje de billetes colombianos del año 2016 es un aplicativo móvil para plataforma ANDROID mediante el cual se busca dar a conocer a las personas detalles tanto de seguridad como artísticos de la nueva familia de billetes colombianos los cuales comenzaron a circular a partir del 31 de marzo del 2016 [1], con la visualización de estos detalles los usuarios podrán constatar la autenticidad de los mismos al momento de contrastar la información brindada por la aplicación con un billete real.

El aplicativo hace uso de la realidad aumentada (RA), mediante la cual el usuario puede interactuar directamente sobre las caras de los billetes con el uso de la cámara del dispositivo móvil, teniendo así una interacción didáctica para poder visualizar la información brindada, a diferencia de otras fuentes de información que se encuentran en circulación ya sean folletos, videos o inclusive la propia aplicación del Banco de la Republica de Colombia la cual no es muy llamativa.

**Palabras Clave:** Realidad aumentada, ANDROID, aplicativo, unity, AssetBundle.

### 3. ABSTRACT

The system of augmented reality descriptive of the new printing of Colombian bills of the year 2016 is a mobile application for platform ANDROID by means of which it tries to give to people to know as much security details as art of the new family of Colombian notes that began to Circular from March 31 [1], 2016, with the visualization of these details users can verify the authenticity of the same when checking the information provided by the application with a real ticket.

The application makes use of augmented reality (RA) technology, through which the user can interact directly on the faces of the tickets with the use of the camera of his mobile device, thus having a didactic interaction to be able to visualize the information provided, Unlike other sources of information that is in circulation, be it brochures, videos or even the Bank of the Republic of Colombia's own application, which is not very striking.

**KEYWORDS:** augmented reality, ANDROID, application, unity, AssetBundle.

#### **4. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

En Colombia circulan alrededor 2 mil 440 millones de billetes de distintas denominaciones [2]. El banco de la república calcula que hay unos 35 mil ejemplares falsos, entre los cuales hay 2 tipos de billetes, las imitaciones y las alteraciones intencionales, hay quienes dividen un billete auténtico para fabricar 2 o más falsos [3]. Dicha falsificación puede afectar adversamente la economía del país debido a que causa una devaluación de los billetes, ya que el Banco de la República tiene determinada una cantidad aproximada de los billetes que están en circulación, y a través de estos se puede regular dos cosas muy importantes en toda economía como lo es la inflación y la tasa de interés conocida también como la política monetaria de un estado [4].

Con la llegada de la nueva familia de billetes colombianos, la cual comenzó a circular durante el transcurso del año 2016 y debido a la poca información que se da a conocer a la población colombiana, empiezan a surgir dudas acerca de cuáles son las formas o pasos a seguir para realizar un respectivo reconocimiento sobre características de seguridad de dichos billetes para así evitar recibir una falsificación de alguno de estos, teniendo en cuenta que entraría en vigencia un billete de mayor denominación el cual es el de cien mil pesos.

## 5. JUSTIFICACIÓN

En Colombia en el transcurso del año 2016 el monto de billetes en circulación en el país llegó a los \$67.3 billones de pesos, correspondiente a 2.897 millones de billetes de distintas denominaciones [5], “aunque el índice de falsificación de billetes es bajo, se ha detectado un incremento de piezas falsas en circulación y una mejor calidad de algunos tipos de falsificaciones, lo que a futuro podría representar una amenaza a la confianza del público con respecto al dinero en efectivo. Colombia se encuentra en el rango bajo de índice de falsificación, con cerca de 62 billetes falsos por cada millón de piezas auténticas en circulación, frente a un promedio de 82 billetes falsos por millón en América Latina” [6]. Aun siendo este índice de falsificación bajo no significa que en algún momento a un ciudadano no le llegue a sus manos uno falsificado y debido a la falta de información o conocimiento de las características de seguridad dicha persona estaría siendo engañada al recibirlo.

Dadas estas circunstancias la aplicación a realizar será de gran ayuda para la ciudadanía, ya que esta le permitirá aprender a reconocer de una mejor forma y más detallada las características a tener en cuenta respecto a la seguridad y estado del arte de cada billete de una forma didáctica, lo cual permitirá poder tomar una decisión acertada acerca de las piezas que lleguen a sus manos ayudando de esta manera a realizar un mejor control sobre la circulación de billetes falsificados.

Para apoyo en la aplicación del proyecto Características de la nueva familia de billetes colombianos 2016 mediante el uso de realidad aumentada, el Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico de los Llanos (CEINDETEC Llanos) con objeto de contribuir en las distintas actividades para llevar a cabo la realización de dicho proyecto vincula un estudiante de Ingeniería de Sistemas por medio del convenio establecido con la Universidad de los Llanos para la modalidad de pasantía.

## **6. OBJETIVOS**

### **6.1. Objetivo general**

- Implementar una base de datos en la nube que se integre con el sistema de realidad aumentada descriptiva del nuevo tiraje de billetes colombianos del año 2016.

### **6.2. Objetivos específicos**

- Diseñar y desarrollar una base de datos en la cual se almacene la información a desplegar y permita la gestión dinámica de datos multimedia.
- Integrar la base de datos con la aplicación desarrollada de realidad aumentada.
- Apoyar el diseño y desarrollo de la aplicación.
- Documentar técnicamente la base de datos desarrollada.

## 7. MARCO CONTEXTUAL

### 7.1 Realidad Aumentada

La RA término usado para definir la combinación del mundo real con elementos virtuales los cuales pueden ser visualizados en tiempo real ya sea utilizando un marcador el cual puede ser un símbolo, objeto 3d o imagen, estos al momento de ser reconocidos por una cámara muestran mediante un dispositivo móvil información adicional o modelos 3d asignados a este, como se puede observar en la Figura 1, también se puede presenciar el uso de RA sin necesidad de dicho marcador la cual únicamente estará guiada por la posición, conocidas también como aplicaciones móviles llamadas navegadores de RA las cuales hacen uso de hardware como el GPS, brújula y acelerómetro [7], la RA aunque maneja objetos digitales es muy distinta de la realidad virtual la cual se aísla de lo real y es completamente virtual [8], actualmente esta tecnología está teniendo gran inclusión en la vida cotidiana, ya sea por medio de revistas, educación, prendas de vestir, videojuegos, gafas, entre otros.



*Figura 1. Uso de la realidad aumentada. [9]*

### 7.2 Aplicaciones de Realidad Aumentada

Algunas aplicaciones de la realidad aumentada son:

Una de las aplicaciones que usa esta tecnología es la de Billetes bolivianos en realidad aumenta la cual es usada para ver las proyecciones de las imágenes que tienen los cortes de 50, 100 y 200 bolivianos, además de datos de cada papel moneda. "Una vez descargada la aplicación, el usuario debe enfocar la cámara del celular al reverso de cada billete y podrá ver el edificio o la imagen que caracteriza a cada billete con una breve descripción", explica Grover Suntura, fundador de la

firma Mundo Virtual los cuales son un grupo de jóvenes interesados en “el mejoramiento cultural e intelectual de la sociedad” [10]. Otra aplicación que se encuentra disponible es la de nueva familia de billetes Colombianos cuya plataforma es netamente pedagógica con opciones interactivas que se pueden conocer con un dispositivo móvil, características como tocar, mirar, comprobar, levantar y girar son los cinco tips que da la aplicación y el banco de la Republica de Colombia para determinar la legalidad del billete, así mismo, se pueden conocer los colores reales del billete y también, sentir las zonas en donde debe tener relieve el billete, pues en esos casos el celular vibra [11].

La aplicación Sion AR de SERMA&DNT disponible para IOS y Android con la cual se identifican imágenes o logos impresos en camisetas y muestran una animación para cada una generando una nueva experiencia con diseños inteligentes que cobrarán vida en los dispositivos móviles [12], por otro lado un grupo de arquitectos los cuales emprenden proyectos en reino unido plantean que es un desafío tratar de comunicar sus conceptos solo a través de un plano y para facilitar esto ellos se apoyaron en la RA para así mostrar mejor sus ideas y visiones de su desarrollo, “Utilizando el software de Augment, LSI han exhibido sus proyectos de forma animada en numerosos eventos. Por ejemplo, LSI utilizó Augment para presentar un proyecto de residencias estudiantiles para la ‘University of East Anglia’. Sus clientes tienen la posibilidad de involucrarse con los edificios de una manera innovadora” [13].

La realidad aumentada también es aplicada en el uso para ayudar a la rehabilitación de pacientes como lo es el Sistema para Rehabilitación del Síndrome del Miembro Fantasma utilizando Interfaz Cerebro- Computador y RA el cual es con “un neuroheadset inalámbrico de alta resolución para la adquisición de señales EEG, para desarrollar una herramienta con detección inteligente de patrones neuronales paralela a la del desarrollador para la implementación de una aplicación que combina la RA. La aplicación pensada como posible tratamiento del Dolor del Miembro Fantasma (PLP) en pacientes amputados” [14] Basados en las señales neuronales las cuales se usan para mostrar una imagen 3d virtual de una mano y así decidir si desea cerrarla o abrirla a través del entorno de realidad aumentada, ayudando de esta manera a reducir dicho síndrome.

### ***7.3 Sistema de realidad aumentada descriptiva del nuevo tiraje de billetes colombianos del año 2016, participación como desarrollador de base de datos***

Con la llegada de la nueva familia de billetes colombianos la cual comenzó a circular durante el transcurso del año 2016 [1], empiezan a surgir dudas acerca de cuáles son las formas o pasos a seguir para realizar un respectivo reconocimiento sobre características de seguridad de dichos billetes para así evitar recibir una falsificación

de alguno de estos, teniendo en cuenta que entró en vigencia un billete de mayor denominación el cual es el de cien mil pesos.

Debido a esto se creó la aplicación de RA del nuevo tiraje de billetes colombianos para plataforma ANDROID con apoyo de CEINDETEC LLANOS, mediante la cual se dan a conocer detalles de seguridad y artísticos de cada uno de los billetes, cuando estos son reconocidos por la aplicación se sobreponen sobre la cara de estos unos botones en lugares específicos los cuales al ser presionados se da a conocer la información pertinente a la ubicación del botón en el billete, de esta manera el usuario podrá contrastar los detalles dados por la aplicación con los del billete real al igual que informarse acerca de los detalles artísticos puestos en ellos, siendo de esta manera una forma más didáctica para que las personas aprendan a reconocer cuando un billete es legítimo o no.

## **7.4 TECNOLOGÍAS**

Para el desarrollo de la pasantía se usaron las siguientes herramientas para la construcción de la aplicación requerida:

- Unity personal 5.4
- MonoDevelop 5.9.6
- Vuforia
- FileZilla
- Adobe Photoshop cs5

### **7.4.1 Unity personal 5.4**

Unity Personal es el motor de juegos gratuito líder en la industria, un editor verdaderamente flexible con el soporte de herramientas de alta gama, gran cantidad de material visual y despliegue multiplataforma en el cual se puede encontrar mucha documentación, tutoriales, foros, contenido gratis y de pago para añadir a las aplicaciones que se quieran desarrollar, con las prestaciones más recientes y avanzadas para lograr efectos visuales, de audio, animación y física de alta calidad, este tiene múltiples herramientas como se puede observar su entorno de desarrollo en la Figura 2, todo lo que necesita para crear cualquier tipo de juego, así como también la creación y desarrollo para múltiples plataformas como ANDROID, iOS, VR, consolas, escritorio, tv entre otros [15].



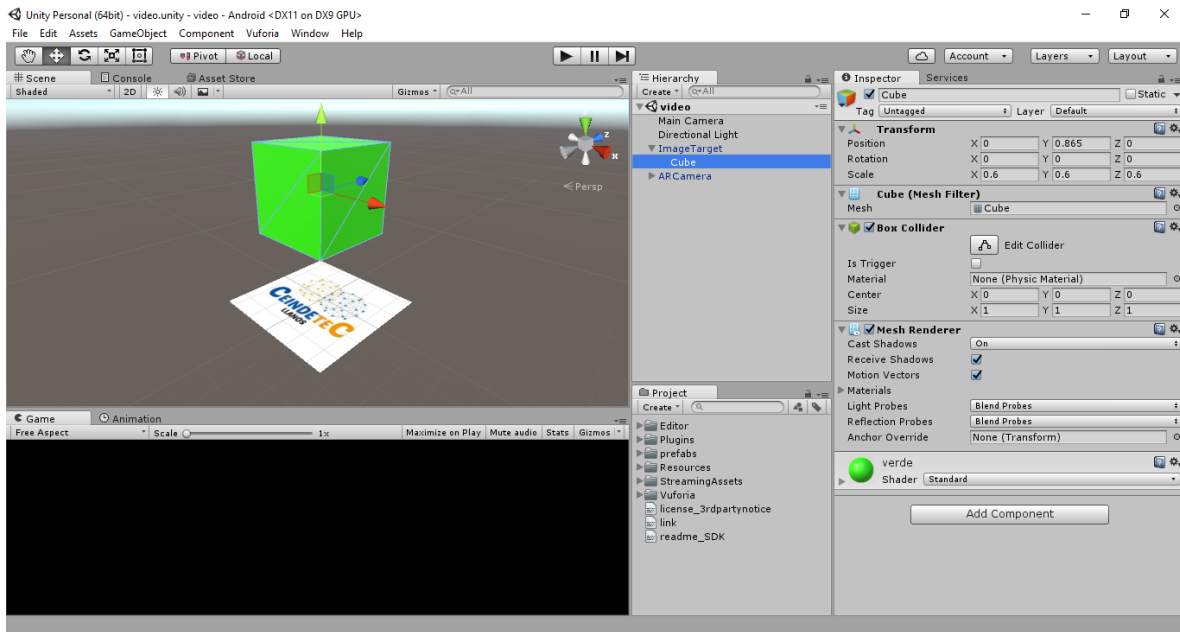


Figura 2. Entorno desarrollo Unity.

#### 7.4.1.1 Interfaz de usuario (UI)

Es el medio por el cual el usuario puede interactuar y hacer uso de una computadora, dispositivo móvil, maquinas dentro de estas se encuentran, ventanas, menús, botones [16]. El sistema UI de Unity le permite crear rápidas, fáciles e intuitivas interfaces de usuario [17].

#### 7.4.1.2 Scripting

La creación de Scripts es la parte esencial de los juegos, ya que mediante estos se pueden responder a diferentes peticiones del jugador sobre distintos eventos en momentos determinados, como también son usados para controlar objetos del entorno, movimiento de personajes, física de objetos o efectos gráficos [18] En el motor de juegos Unity se pueden generar ya sea en C# o JavaScript.

#### 7.4.1.3 Cámaras

Al momento de crear escenas en unity estas necesitan ser capturadas para poder ser visualizadas por quien esté haciendo uso del aplicativo, esto se realiza mediante el uso e interacción de cámaras. Una cámara es un objeto que capta una vista de una escena dependiendo de donde fue ubicada así como su grado de inclinación y longitud de esta respecto a la escena [19].

#### **7.4.1.4 GameObject**

Los GameObject son los elementos principales en unity, los cuales pueden representar accesorios, personajes y hasta un escenario, los cuales funcionan como un contenedor para componentes, a los cuales se les puede modificar su posición y orientación al igual que inhabilitarlos para no ser mostrados, como también se puede interactuar con ellos mediante Scripts [20].

#### **7.4.1.5 Assets**

Unity viene ya cargado con varios Standard Assets como también se pueden obtener distintos, bien sea de fuentes externas [21] o desde su Asset Store donde se puede conseguir gratuitos o de pago, los cuales son un tipo de colección de Assets que son usados comúnmente por desarrolladores que usan este motor de juegos, entre los que se encuentran:

- Texturas
- Personajes
- Cámaras
- Efectos
- Vehículos
- Animaciones
- Escenas
- Ejemplos de proyectos completos
- Tutoriales

Estos Assets se pueden conseguir de una forma fácil desde la interfaz del motor de juegos los cuales son descargados y agregados directamente en los proyectos [22].

#### **7.4.1.6 Prefabs**

Actúan como plantillas las cuales se pueden generar como nuevas instancias del objeto en la escena, esto es requerido cuando se tiene un GameObject o Asset que ya tiene agregado diversos componentes y modificar las propiedades como se requiera, y se desean tener más copias de este con sus mismas propiedades y que al momento de modificar uno sus copias instanciadas también son modificadas [23].

#### 7.4.1.7 Sprites

Son objetos gráficos 2D en los cuales se pueden modificar ciertas características ya sea su tamaño, posición, rotación entre otros, las imágenes que se agreguen al proyecto si se desean usar en 2D se deben editar su tipo de textura a Sprite (2D and UI) para luego poder ser modificables [24], al momento de usarlas para 3D únicamente funcionan como textura del Asset al que se le asigna [25].

#### 7.4.1.8 AssetBundles

Son archivos o empaquetados que son creados desde Unity los cuales contienen Assets o Prefabs manteniendo cada uno de estos sus propias características como: texturas, escala, posición, entre otras, estos empaquetados usan su propio formato de compresión y pueden ser descargados cada vez que la aplicación a la cual están destinados los necesite. Estos han sido diseñados para hacer más fácil la descarga de contenido a la aplicación, el flujo de trabajo para su creación es durante el desarrollo, el desarrollador prepara los AssetBundles y los sube a un servidor esto se puede observar en la Figura 3 [26]:

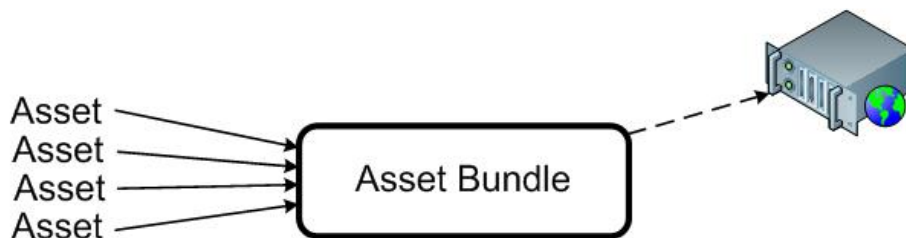


Figura 3. Flujo de trabajo creación AssetBundle [26].

#### 7.4.1.9 Button (Botón)

Es un elemento interactivo, el cual va a realizar alguna acción asignada mediante un Script al momento de ser clickeado, dentro del entorno de Unity estos siempre devuelven true al ser accionados [27].

#### 7.4.2 MonoDevelop 5.9.6

Es un IDE (*ambiente de desarrollo integrado*) bajo licencia GNU diseñado principalmente para C# y otros lenguajes .NET [28], proporcionado con Unity al momento de la instalación. Un IDE combina la operación familiar de un editor de texto con características adicionales para depurar y gestionar otras tareas de

proyecto [29], mediante este se crean Scripts con los cuales al asignarlos a objetos 2D o 3D se puede interactuar con estos dentro de la aplicación.

### **7.4.3 Vuforia**

Es un SDK (kit de desarrollo de software) que junto a Unity permite la creación de aplicaciones de RA para dispositivos móviles [30], las aplicaciones desarrolladas con Vuforia usan la cámara y la pantalla del dispositivo como un “lente mágico” en el cual se mezcla el mundo real con elementos virtuales, mediante esta herramienta se puede realizar [31]:

- Reconocimiento de imágenes
- Reconocimiento de texto
- Detección de targets
- Seguimiento a los targets

#### **7.4.3.1 Image Targets**

Representan las imágenes que el SDK de Vuforia puede rastrear y detectar, esto se debe a las características que se encuentran en la imagen mediante la comparación contra una base de datos de targets, una vez detectada la imagen, se renderiza y se muestra en la pantalla del dispositivo las imágenes, videos, modelos 3D o animaciones asignadas a este como se puede observar en la Figura 4 [32].



*Figura 4. Renderizado de objeto 3D al detectar target impreso en una hoja. [32]*

#### **7.4.3.1.1 Atributos de un Image Target ideal**

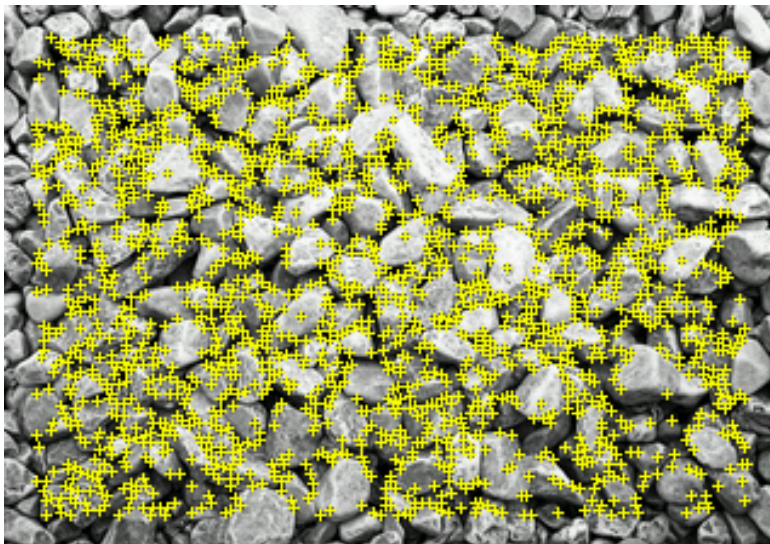
Mediante la siguiente lista de atributos que debería tener una imagen se logra una mayor y mejor facilidad para que sea reconocida por el aplicativo (tipo de imagen ideal véase la Figura 5).

- **Rica en detalles:** Ya sea una escena en la calle un collage o mezcla de varios elementos diferentes.
- **Buen contraste:** Que esta posea regiones brillantes y oscuras, al igual posean una nitidez aceptable.
- **Patrones no repetitivos:** Que la imagen no contenga varias figuras geométricas idénticas lo cual es todo lo contrario en el caso de un tablero de ajedrez, o fachada de una casa con ventanas idénticas.
- **Formato de la imagen:** La cual debe ser una imagen PNG o JPG de 8 o 24 bits, con un tamaño menor de 2 MB, para formato JPG la imagen debe ser RGB (Red, Green, Bue) o en escala de grises (sin CMYK (Cyan, Magenta, Yellow y Key)).

Cuando la imagen cumpla con los requisitos para llegar a ser un Image Target ideal, se sube a la base de datos en la cual se analiza y se le asigna una clasificación de 0 a 5 estrellas, siendo cero el más bajo y cinco el más alto (Vuforia recomienda una clasificación mínima de 3 estrellas para obtener un reconocimiento aceptable), este depende de las características detectadas en la imagen como se puede observar en la Figura 6 [33].



*Figura 5. Imagen ideal para ser Image Target [33].*



*Figura 6. Imagen analizada y calificada con 5 estrellas. [33]*

#### **7.4.3.1.2 Optimización de detección y estabilidad en el seguimiento**

Con Vuforia es posible reconocer y hacer un seguimiento de los targets mediante el análisis de contrastes del target detectado por la cámara, dicho seguimiento y reconocimiento se puede mejorar mediante el incremento de la iluminación del entorno donde este se halla, ajustes en el diseño de la imagen (mencionados anteriormente), como también puede mejorar notablemente haciendo uso del enfoque de la cámara con la cual se está tratando de detectar.

Otras variables a tener en cuenta son:

- Tamaño del Target, el cual dependerá de la distancia a la que este desee ser detectado.
- La superficie donde está impreso debe ser completamente plana.
- El tipo de papel o superficie donde se imprima no debería ser brillante para así evitar reflejos de distintas fuentes de luz.
- Angulo de visión, para ser detectado plenamente el target la cámara debe estar ubicada frente a este estando ambos bien alineados paralelamente en lo que respecta a la visión de la cámara sobre el target.

Al mejorar o tratar de controlar las variables mencionadas anteriormente se obtiene una mejor experiencia y rendimiento para las aplicaciones de RA [33].

#### **7.4.3.2 Bases de datos con Vuforia**

En Vuforia existen dos formas de manejo de base de datos en las cuales se encuentran los targets predefinidos que van a ser utilizados con la aplicación.

##### **7.4.3.2.1 Base de datos de dispositivo**

Las bases de datos de dispositivo se almacenan en el dispositivo con la instalación de la aplicación, el objetivo de esta es proporcionar a la aplicación una base de datos de Targets de acceso local [34]. El número de targets que pueden estar activos simultáneamente, a través de una o más bases de datos de dispositivos, está restringido por las características de hardware y los recursos disponibles [35].

##### **7.4.3.2.2 Base de datos en la nube**

Los targets en las bases de datos en la nube son reconocidos mediante el servicio de reconocimiento en la nube de Vuforia, cuando se reconoce la imagen se le asigna un Image Target con la misma imagen a la aplicación [35], este servicio permite a los desarrolladores gestionar y alojar imágenes a través de la red, esto es posible gracias a CloudRecognition con el cual se puede vincular la base de datos en la nube a la aplicación mediante el uso de dos llaves generadas cuando esta se creó (véase Fig6) [36].

Ambas bases de datos tienen sus ventajas y desventajas las cuales se describen en la Tabla 1.



<b>Base de datos de dispositivo</b>	<b>Base de datos en la nube</b>
Recomendado para bases de datos de 1000 targets o menos.	Permite > 1 millón de targets en la base de datos en la nube.
Permite descargar targets en diferentes combinaciones.	Se compone de una base de datos con todas las imágenes y metadatos.
Los targets descargados son sólo para la detección, no hay soporte de metadatos.	Los targets recuperados por el reconocimiento de nube pueden transportar hasta 1 MB de metadatos.
La conexión de red en el dispositivo de usuario final no es necesaria para la detección.	La conexión de red en el dispositivo de usuario final es necesaria para el reconocimiento, conexión de red para el reconocimiento de la nube.
El tiempo de respuesta de detección de tiempo de ejecución está dentro de 2 a 3 cuadros.	El tiempo de respuesta se ve afectado por las condiciones de la red.
Varias bases de datos pueden estar activas (cada una con un máximo de 1000 targets).	El reconocimiento en un máximo de 1 millón de objetivos está activo en cualquier momento
Free.	Free y de pago, dependiendo del uso.

*Tabla 1. Tabla de Comparación entre base de datos de dispositivo y base de datos en la nube [37].*

#### **7.4.4 Filezilla**

Es tanto como un cliente y un servidor multiplataforma de código abierto bajo licencia GNU (Licencia Publica General) el cual soporta protocolos como FTP, FTPS, SFTP, así como soporte sobre IPv6. Filezilla se encuentra disponible en varios idiomas y admite la transferencia de archivos de más de 4 GB como también edición remota de estos [38].



#### **7.4.5 Adobe Photoshop CS5**

Es un editor gráfico desarrollado por Adobe System Incorporated, el cual es usado para la edición y retoques de imágenes, considerado como líder mundial del mercado de las aplicaciones de edición de imágenes [39].

#### **7.5 Pasantía**

El presente documento, consolida la información referente a la participación en el desarrollo del sistema de realidad aumentada descriptiva del nuevo tiraje de billetes colombianos del año 2016, participación como desarrollador de base de datos en la modalidad de pasantía proceso mediante el cual se establecen la especificación de requerimientos, los alcances, objetivos generales y específicos que este tendrá.

## **8. METODOLOGÍA.**

Para el desarrollo del proyecto se empleó la metodología Scrum ya que esta es un proceso en el que se aplican de manera regular un conjunto de buenas prácticas para trabajar colaborativamente, en equipo, y obtener el mejor resultado posible de un proyecto. Con esta metodología se realizan entregas parciales del producto final, debido a que se necesitan obtener resultados pronto, donde los requisitos son cambiantes o poco definidos al comienzo del proyecto [40].

Dentro de las ventajas de esta metodología que aportan al proyecto, se encuentra el “product backlog” con el cual el conjunto de requisitos denominados historias escritas están en un lenguaje no técnico y priorizados por valor de negocio, o lo que es lo mismo, por retorno de inversión considerando su beneficio y coste. Los requisitos y prioridades se revisan y ajustan durante el curso del proyecto a intervalos regulares [41]. Al igual que la flexibilidad a cambios generados por peticiones del cliente, predicciones de tiempos, mayor productividad y cumplimiento de expectativas. Dado esto es posible estar de forma activa interactuando con el “product owner” (cliente) para ir revisando el avance del proyecto mediante el análisis y estudio de los resultados.

Se pretende de esta forma, iniciar el proyecto con su respectiva documentación de procesos mediante los cuales se desean describir las actividades a realizar y la forma en que estas serán llevadas a cabo, posteriormente obteniendo más conocimientos para aportar a la creación de la aplicación, diseñar diagramas de casos de uso del funcionamiento de la base de datos, integrar la base de datos con la aplicación desarrollada y la respectiva documentación de esta.

## **9. DESARROLLO DE LA PASANTÍA.**

En el transcurso de la pasantía se hizo participación en el desarrollo de la aplicación móvil en especial en la parte de base de datos como del manejo de archivos multimedia utilizados en esta, su respectiva documentación al igual que apoyo y desarrollo a diferentes ideas que iban surgiendo, mediante la metodología propuesta el proyecto se llevó a cabo en cuatro ciclos (Sprints) con duración de 4 semanas cada uno en los cuales se realizaban reuniones periódicas y reuniones de planeación y entrega de resultados al principio y fin de cada sprint respectivamente.

### ***9.1 Descripción general de los Sprint***

Para comenzar con el desarrollo de la aplicación la cual fue sobre el motor de videojuegos Unity, se inicia estudiando su entorno de desarrollo, la documentación, su manejabilidad y el cómo interaccionan los scripts creados ya sean en c# o JavaScript con objetos en 3D o 2D llamados (GameObject), posterior a esto se comenzó la investigación sobre las distintas herramientas para el manejo de la RA, dentro de las cuales se encuentran ARToolKit que es un biblioteca de software para la creación de aplicaciones de RA la cual está disponible libremente para uso no comercial bajo la Licencia Pública General de GNU [42], también se encuentra Vuforia, es un SDK (kit de desarrollo de software) que junto a Unity permite la creación de aplicaciones de RA para dispositivos móviles [30].

#### ***9.1.1 Sprint 1***

Durante el sprint uno en el cual se indago y se escogió cual y como se iba a usar la base de datos para el manejo de los targets o marcadores los cuales son las caras de los billetes que va a reconocer la aplicación, se escogió vuforia, para el almacenamiento de los datos.

Existen dos formas de almacenamiento:

- Teniendo una base de datos en la nube y haciendo uso de Cloud Recognition [43], mediante conexión por medio de llaves a la base de datos en la nube se pueden detectar los targets.
- Almacenar la base de datos directamente en el dispositivo mediante la instalación de la aplicación.

#### 9.1.1.1 Base de datos en la nube

Los targets en las bases de datos en la nube son reconocidos mediante el servicio de reconocimiento en la nube de Vuforia [35], para hacer uso de esta primero se debe generar una licencia seguido de esto crear una base de datos en la nube asignando la licencia generada y allí agregar las imágenes que serán usadas como targets, a estas imágenes se les puede adicionar un metadato de tamaño máximo 1 MB que contenga ya sea información adicional sobre el target o link para descarga de contenido requerido por la aplicación, mediante el SDK de Vuforia añadido a Unity se hace uso de un objeto llamado CloudRecognition [36] con el cual se vincula la base de datos en la nube a la aplicación con el uso de dos llaves generadas cuando la base de datos se creó, donde se encuentra una llave de acceso y una llave secreta (véase Figura 7), seguido de esto se asocia a Unity la licencia generada y ya se puede hacer uso de esta base de datos [44].

Access Keys are specific to each cloud database. You should never share your access keys with an untrusted party and should take the necessary steps to protect them within your application code.

#### Client Access Keys

Access Key: 2b34fb4f238a4fbb93a581b946bef8a029c3b9dc

Secret Key: f24aa696bb71380c7fd8d18a1761a69419811f38

The Client Access Keys must be passed to the Vuforia library within the app in order to authenticate itself with the server

*Figura 7. Llaves de conexión y acceso a base de datos en la nube.*

Fuente: Base de datos en la nube de Vuforia.

#### 9.1.1.2 Base de datos de dispositivo

Se almacenan en el dispositivo con la aplicación, para hacer uso de esta en la plataforma Vuforia primero se debe generar una licencia seguido de esto crear una base de datos para dispositivos y allí agregar las imágenes que serán usadas como targets, se procede a descargar esa base de datos en la que se almacenaron teniendo en cuenta para que entorno de desarrollo va dirigida y luego ser incluida en el proyecto a desarrollar, en este caso Unity donde una vez agregada primero se activa y se asocia a la licencia generada para así poder hacer uso de esta [34].

Posterior a esto luego de haber seleccionado y creado la base de datos de dispositivo se procedió a la investigación e implementación de como mostrar contenido multimedia específico cuando se detectara algún target.

### 9.1.2 Sprint 2

En este se integró la base de datos a la aplicación al igual que se dio inicio a la creación de los archivos multimedia con apoyo de un diseñador gráfico (véase Figura 8), dichos archivos se almacenaron en empaquetados llamados AssetBundles [26] como se puede observar en la Figura 9, se creó un AssetBundle para cada cara de cada billete denominado target, donde cada archivo tiene un tamaño y coordenada específico acorde al tamaño de los targets como se observa en la Figura 10, estos empaquetados se almacenaron en un servidor mediante FileZilla y son llamados desde la aplicación cada vez que esta detecta alguno de los targets.



*Figura 8. Archivo multimedia.*

Fuente: Imagen modificada de archivo Banco de la República [45]

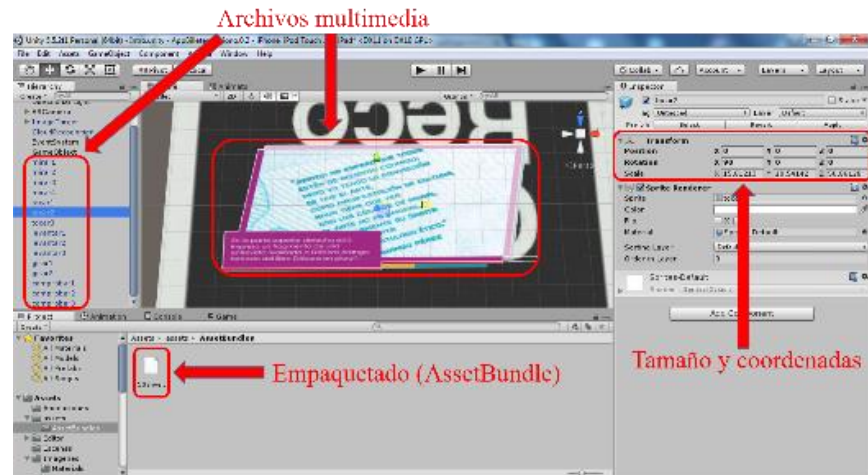


Figura 9. Entorno desarrollo Unity.

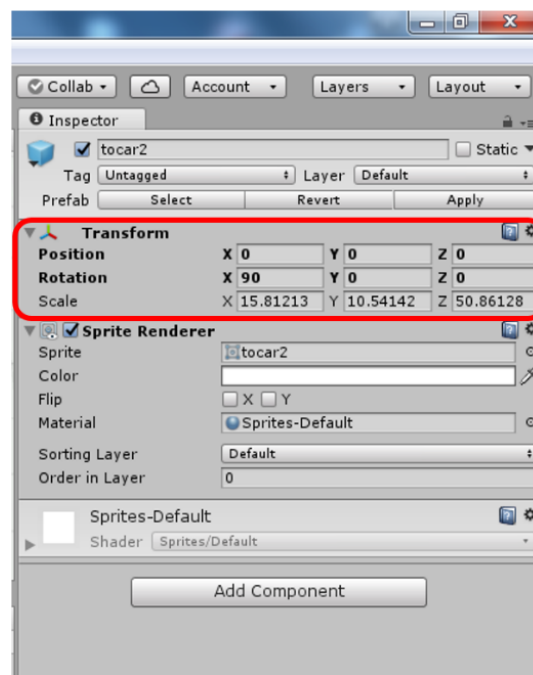


Figura 10. Tamaño y coordenadas.

### 9.1.2.1 Creación de AssetBundle

Para la creación de un Assetbundle primero se deben seleccionar los Assets o Prefabs que se van a almacenar y en la parte del inspector en el entorno de desarrollo en el apartado Assetbundle asignarles el mismo nombre ya que van a pertenecer al mismo archivo como se observa en la Figura 11 [46].



Figura 11. Nombrando AssetBundle para almacenarlos [46].

Una vez nombrados los Assets, para poder crear el empaquetado y exportarlo del motor de juegos se realiza mediante un Script en el cual se especifica la ruta en la que se desea guardar como también la plataforma destino donde este va a ser solicitado en este caso Android (véase Figura 12), “este script crea un item de menú al final del menú Assets. Cuando se selecciona este item del menú para llamar la función y construir los AssetBundles, usted verá un dialogo de construcción con una barra de progreso” [46].

```
using UnityEngine;
using System.Collections;
using UnityEditor;

public class CreateAssetBundles {

    [MenuItem ("Assets/Build AssetBundles")]
    static void exportResource ()
    {
        string path = "Assets/AssetBundles/dropbox.a.unity3d";
        Object[] selection = Selection.GetFiltered (typeof(Object), SelectionMode.DeepAssets);
        BuildPipeline.BuildAssetBundle (Selection.activeObject, selection, path,
        BuildAssetBundleOptions.CollectDependencies| BuildAssetBundleOptions.CompleteAssets, BuildTarget.Android);
    }
}
```

Figura 12. Script exportar empaquetado

Fuente: Script modificado de Unity [46].

### **9.1.2.2 Descarga de Assetbundle**

Una vez se almacenan los AssetBundle en el servidor, se procede a realizar la respectiva descarga de cada uno de estos, esta descarga se realiza utilizando el método `WWW.LoadFromCacheOrDownload` estos son guardados en el dispositivo donde se encuentra la aplicación que está haciendo la solicitud, en este caso para Android y se tiene un límite de 4BG [47].

La forma para poder descargar AssetBundles se puede observar en la Figura 13 en donde se obtiene una dirección ingresada por parámetros la cual es enviada al momento de reconocer el target, posterior a esto se trata de realizar la descarga del empaquetado mediante `WWW.LoadFromCacheOrDownload()` donde `bundleURL` es la dirección url donde se encuentra alojado el archivo, acompañado de `Version`, campo que especifica la versión que será descargada, si el AssetBundle no existe en el caché del dispositivo o si este tiene una versión más baja que la solicitada, `LoadFromCacheOrDownload` descargará el AssetBundle. De lo contrario el AssetBundle será descargado desde el caché por lo que no requerirá volver a ser solicitado desde el servidor. Con la propiedad `.assetBundle` los datos descargados son extraídos, luego estos son instanciados usando el nombre asignado al objeto cuando este se empaqueta (véase Figura 9 en “Archivos multimedia”) y puestos dentro del `GameObject` `ImágenesGuardadas` seguido de deshabilitarlas para luego ser habilitadas al momento de ser presionados los botones desde la interfaz de RA del usuario y así poder visualizarlos [47].



```

IEnumerator Descarga(string Direccion)
{
    while(!Caching.ready)
        yield return null;
    string bundleURL = Direccion;
    using (www = WWW.LoadFromCacheOrDownload(bundleURL, Version))
    {
        yield return www;
        if (www.error != null)
            throw new UnityException ("WWW Download had an error: " + www.error);

        if (!string.IsNullOrEmpty(www.error))
            Debug.Log(www.error);

        AssetBundle bundle = www.assetBundle;

        ImagenMirar = Instantiate (bundle.LoadAsset (Mirar1)) as GameObject;
        ...
        ...
        ...

        bundle.Unload (false);

        ImagenMirar.transform.parent = ImagenesGuardadas.transform;
        ...
        ...
        ...

        ImagenMirar.SetActive (false);
        ...
        ...
        ...
    }
}

```

*Figura 13. Descarga e instancia de Assets descargados.*

De esta forma se crearon 12 AssetBundles asignándole 2 de estos a cada uno de los billetes del nuevo tiraje de billetes colombianos (un AssetBundle por cada cara) los cuales contienen de 8 a 14 imágenes en las cuales se pueden observar detalles tanto de seguridad como artísticos de cada uno de estos.

### **9.1.3 Sprint 3**

En el tercer sprint teniendo definida la información y de qué manera se iba a enseñar, se brindó apoyo a la creación del diseño final de la aplicación al igual que su menú principal con el cual se puede llegar a información adicional con la misma finalidad la de dar a conocer características de esta nueva familia de billetes como se aprecia en la Figura 14.



Figura 14. Menú principal de la aplicación.

#### 9.1.4 Sprint 4

Por ultimo en el cuarto Sprint en el cual se realizaron pruebas del aplicativo en distintos entornos como habitaciones, patios, parques con distintas iluminaciones al igual que la corrección de fallas que podían surgir en diferentes aspectos al momento de correr la aplicación como fue la detección y seguimiento de los targets en ambientes con poca iluminación como también el manejo del enfoque de la cámara sobre estos, seguido de esto se realizó la respectiva documentación sobre la aplicación entre los cuales se encuentra el manual técnico y manual de usuario.

## 10. RESULTADOS.

El desarrollo de la pasantía se realizó en el tiempo estimado al igual que se dio cumplimiento a la realización de las distintas tareas asignadas así como los objetivos propuestos, paralelo a esto también se brindó apoyo en distintas actividades dentro de la empresa con lo cual se pudo aprender cómo es estar o vivir en un entorno laboral así como también conocer los diferentes procesos y pasos para la creación de este tipo de software bajo una metodología ágil como lo es Scrum de la mano de un buen equipo de trabajo.

Como resultado del proceso del aplicativo en teoría se desarrollaron 2 aplicaciones una en la cual se tiene todo almacenado en la nube pero con restricciones de usabilidad debido a requerir una conexión permanente a internet para hacer uso de esta, al igual que por cuestiones económicas solo se puede hacer uso de la licencia free en la plataforma Vuforia, teniendo un límite mensual de reconocimiento de estos siendo solamente 1000 por mes, por lo tanto si una persona con su dispositivo móvil hace uso del reconocimiento unas veinte veces ya sea entre varios billetes o uno solo, únicamente quedarían 980 reconocimientos restantes para el total de los usuarios sin importar que cara de billete sea reconocida, esto se debe a que la aplicación siempre realiza la solicitud sobre la misma base de datos en Vuforia que cuenta únicamente con licenciamiento free mencionado anteriormente, una vez completados los 1000 reconocimientos en el lapso de un mes, la base de datos restringe el acceso a esta hasta el mes siguiente y mientras tanto mediante la aplicación ya no se desplegará la información pertinente al target que se desea leer, de esta forma se restringe la completa usabilidad y diversificación de este aplicativo. El otro aplicativo el cual fue el definitivo al no tener la base de datos en la nube si no embebida en la aplicación (base de datos de dispositivo), ya no existe un límite de reconocimientos por mes al igual que se disminuyó considerablemente el tiempo para reconocer un target haciéndolo prácticamente en tiempo real y el único requerimiento es tener conexión a internet para descargar el contenido (archivos multimedia) la primera vez que este reconoce algún target, luego no será necesario.

La aplicación se desarrolló para sistemas operativos Android mínimo versión 4.0, se realizaron pruebas en distintos dispositivos en especial para ver el funcionamiento de la RA, los resultados se pueden observar en la Tabla 2 en la cual se puede observar que la RA aumentada funciona perfectamente en el 66.6 % de los dispositivos donde el aplicativo fue ensayado, en el 33.3 % restante al momento de abrir la RA la cámara deja de funcionar, lo cual sería por problemas

de compatibilidad de algún componente de Vuforia con el hardware específico de ese dispositivo.

Dispositivo	Procesador	Memoria RAM	Capacidad	Sistema operativo	Funcionamiento RA
Sony Xperia Sola	Dual-Core 1Ghz	512MB	8 GB	Android 4.0.4	si
Asus zenfone go	Quad-Core 1.3Ghz	2GB	8 GB	Android 5.1	no
Moto g 3ra generación	Quad-Core 1.4Ghz	1GB	8 GB	Android 5.1.1	si
Asus zenfone laser 2	Octa-Core 1.8GHz/2.3G Hz	2GB	16GB	Android 5.0	si
Lenovo vibe k6	Octa-Core 1.4GHz	2GB	16GB	Android 6.0	No
Huawei p8	Octa-Core 2GHz/1.5GHz	3 GB	16GB	Android 5.0	si

*Tabla 2. Tabla comparativa de dispositivos probados.*

Al correr la RA de la aplicación se puede observar que al momento de esta detectar la cara de un billete comienza a descargar la información (AssetBundle) pertinente a este (véase Figura 15) y luego habilita botones los cuales están superpuestos al billete y le siguen mientras se encuentre en el foco de la cámara (véase Figura 16), los botones al momento de ser accionados muestran información asignada a la ubicación donde este se encuentra (véase Figura 17).



Figura 15. Descarga de contenido.



Figura 16. Botones sobrepuestos.



Figura 17. Detalles de seguridad o artísticos.

## **11. CONCLUSIONES.**

Con la creación del sistema de RA descriptiva del nuevo tiraje de billetes colombianos del año 2016 se pretende llegar a la gran mayoría de ciudadanos colombianos o personas que se encuentren de visita en el país y hagan uso de la moneda local los cuales requieran tener al alcance de sus manos detalles de seguridad de una manera didáctica de estos nuevos billetes para así evitar ser robados o estafados al momento de obtenerlos, esto gracias a la tecnología de RA con la cual están surgiendo grandes proyectos en distintos entornos de trabajos en pro y beneficio de la humanidad.

Mediante este aplicativo móvil se pretende disminuir el excesivo gasto o consumo de papel el cual están utilizando para dar a conocer a las personas dichas características por medio de folletos o plegables repartidos en los principales bancos y centros comerciales del país al igual que el costo de la creación de los mismos los cuales terminarían arrojados en la basura o en las calles contaminando el medio ambiente.

En base a lo desarrollado se podría ampliar la aplicación de manera que se pueda usar el papel moneda de otros países ya sea a nivel latinoamericano o mundial para así dar a conocer el uso de esta tecnología al igual que tener una buena herramienta ya sea al momento de viajar o simplemente por cultura general.

Es de resaltar que se cumplió el objetivo principal, la aplicación la cual tuviera su información a desplegar en la nube, al igual que la construcción del aplicativo superando distintas situaciones presentadas las cuales retrasaban el desarrollo de este proceso realizado.

De igual forma y no menos importante es que con la experiencia obtenida en esta pasantía, a través de la participación en éste, logré aprender y mejorar mis habilidades adquiridas a través del proceso de formación universitario al igual que conocí y puse en práctica el uso de la metodología Scrum.

## **12. RECOMENDACIONES.**

Al lector:

Es muy importante tener en cuenta las distintas situaciones que se puedan llegar a presentar en el transcurso del desarrollo de la pasantía, principalmente para poder realizar una mejor planificación del cronograma de actividades, en los cuales se deben contemplar unos tiempos reales acordes a la disponibilidad para así garantizar culminar las actividades propuestas en su totalidad, evitando tener la necesidad de extenderlas y retrasar el desarrollo de estas.

A la universidad:

Incentivar a los estudiantes a hacer uso de la pasantía como desarrollo del proyecto de grado, para así dar a conocer la importancia y compromiso que tiene poner en práctica el desarrollo de proyectos ya sea en empresas emergentes o constituidas con gran trayectoria en la región, en las cuales se adquiere gran conocimiento no solamente para la culminación de la pasantía, sino también para dar una idea y un enfoque de como es estar en el campo laboral.

Al programa de Ingeniería de Sistemas:

No dejar de innovar e impartir en tendencias de conocimientos y tecnologías actuales con gran potencial como también generar algo de inclusión o refuerzo respecto a las metodologías de desarrollo de software existentes, mediante las cuales junto a un buen grupo de trabajo son una excelente herramienta para el desarrollo y culminación de estos.

A los aspirantes a pasantía:

Enfrentar el miedo o temor ya sea por no sentirse con capacidad o experiencia para afrontar los distintos retos y negarse así a la experiencia de pertenecer a un grupo de trabajo en un entorno laboral para el desarrollo de un proyecto, de tal manera que le permita generar distintas soluciones a los obstáculos que se puedan presentar en el transcurso del desarrollo de la pasantía, con ayuda o asesoría del mismo grupo de trabajo como del director a cargo del proyecto. Es importante tener unas buenas relaciones interpersonales tanto con el equipo de trabajo como demás personas pertenecientes a la empresa puesto que es el complemento a nuestras aptitudes y conocimientos para un buen desarrollo y finalización de la pasantía.

### 13. REFERENCIAS

- [1] Banco de la República - Colombia, «Banco de la República,» 25 Septiembre 2015. [En línea]. Available: <http://www.banrep.gov.co/es/billetes-y-monedas/nueva-familia-billetes-colombianos>. [Último acceso: 22 Junio 2017].
- [2] Opinión Caribe, «Opinión Caribe,» 21 Julio 2016. [En línea]. Available: <http://opinioncaribe.com/2016/07/21/mas-falso-billete-tres/>. [Último acceso: 22 Junio 2017].
- [3] A. Patiño Orozco, «MDE ciudad inteligente,» 25 Julio 2015. [En línea]. Available: <http://descubre.mdeinteligente.co/billetes-falsos-identificar-pesos-dolares-euros-temporada/>. [Último acceso: 22 Junio 2017].
- [4] J. Crivellini, «Finanbolsa,» 2011. [En línea]. Available: <http://finanbolsa.com/2009/07/15/billetes-falsos-como-afectan-a-la-economia-y-a-nuestros-bolsillos/>. [Último acceso: 22 Junio 2017].
- [5] PORTAFOLIO, «Portafolio,» 17 Enero 2017. [En línea]. Available: <http://www.portafolio.co/economia/circulacion-de-billetes-en-colombia-en-el-2016-502818>. [Último acceso: 23 Junio 2017].
- [6] Banco de la República, «Nueva familia de billetes,» *Revista del Banco de la República*, vol. LXXXVIII, nº 1055, pp. 5-14, 2015.
- [7] aprende en línea, «aprende en línea,» Noviembre 2014. [En línea]. Available: <http://aprendeonlinea.udea.edu.co/lms/sitio/mod/forum/view.php?id=416>. [Último acceso: 2 Julio 2017].
- [8] S. Bernal Betancourth, «Maestros del web,» 29 Octubre 2009. [En línea]. Available: <http://www.maestrosdelweb.com/que-es-realidad-aumentada/>. [Último acceso: 3 Julio 2017].
- [9] Augment 3D, «wwwwhat's new,» 2 Septiembre 2015. [En línea]. Available: <https://wwwwhatsnew.com/2015/09/02/las-5-apps-de-realidad-aumentada-que-no-puedes-perderte/>. [Último acceso: 3 Julio 2017].



- [10] P. Peralta M, «paginasiete,» 13 Noviembre 2016. [En línea]. Available: <http://www.paginasiete.bo/miradas/2016/11/13/billetes-bolivianos-realidad-aumentada-educativa-116833.html>. [Último acceso: 10 Julio 2017].
- [11] RCN, «rcnradio,» 12 Abril 2016. [En línea]. Available: <http://www.rcnradio.com/tecnologia/lanzan-aplicacion-movil-reconocer-billetes-falsos/>. [Último acceso: 10 Julio 2017].
- [12] serma&dnt, «sermadnt,» [En línea]. Available: <http://www.sermadnt.com/sion.html>. [Último acceso: 10 Julio 2017].
- [13] AUGMENT, «AUGMENT,» [En línea]. Available: <http://www.augment.com/es/portfolio-items/lisi-architects/>. [Último acceso: 10 Julio 2017].
- [14] J. E. Arango, J. Cárdenas Mazo y A. Peña Palacio, «Sistema para Rehabilitación del Síndrome del Miembro Fantasma utilizando Interfaz Cerebro-Computador y Realidad Aumentada,» *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, nº 11, p. 14, 2013.
- [15] Unity, «Unity Store,» 2017. [En línea]. Available: [https://store.unity.com/es/products/unity-personal?\\_ga=2.153346232.1829109225.1499289626-1502106182.1497114653](https://store.unity.com/es/products/unity-personal?_ga=2.153346232.1829109225.1499289626-1502106182.1497114653). [Último acceso: 4 Julio 2017].
- [16] EcuRed, «EcuRed,» [En línea]. Available: [https://www.ecured.cu/Interfaz\\_de\\_usuario](https://www.ecured.cu/Interfaz_de_usuario). [Último acceso: 7 Julio 2017].
- [17] Unity, «Unity DOCUMENTATION,» 2016. [En línea]. Available: <https://docs.unity3d.com/es/current/Manual/UISystem.html>. [Último acceso: 7 Julio 2017].
- [18] Unity, «Unity DOCUMENTATION,» 2016. [En línea]. Available: <https://docs.unity3d.com/es/current/Manual/ScriptingSection.html>. [Último acceso: 9 Julio 2017].
- [19] Unity, «Unity DOCUMENTATION,» 2016. [En línea]. Available: <https://docs.unity3d.com/es/current/Manual/CamerasOverview.html>. [Último acceso: 9 Julio 2017].

- [20] Unity, «Unity DOCUMENTATION,» 2016. [En línea]. Available: <https://docs.unity3d.com/es/current/Manual/class-GameObject.html>. [Último acceso: 7 Julio 2017].
- [21] Unity, «Unity DOCUMENTATION,» 2016. [En línea]. Available: <https://docs.unity3d.com/es/current/Manual/ImportingAssets.html>. [Último acceso: 8 Julio 2017].
- [22] Unity, «Unity DOCUMENTATION,» 2016. [En línea]. Available: <https://docs.unity3d.com/es/current/Manual/AssetStore.html>. [Último acceso: 8 Julio 2017].
- [23] Unity, «Unity DOCUMENTATION,» 2016. [En línea]. Available: <https://docs.unity3d.com/es/current/Manual/Prefabs.html>. [Último acceso: 8 Julio 2017].
- [24] Unity, «Unity DOCUMENTATION,» 2016. [En línea]. Available: <https://docs.unity3d.com/es/current/Manual/SpriteEditor.html>. [Último acceso: 8 Julio 2017].
- [25] Unity, «Unity DOCUMENTATION,» 2016. [En línea]. Available: <https://docs.unity3d.com/es/current/Manual/Sprites.html>. [Último acceso: 8 Julio 2017].
- [26] Unity, «Unity DOCUMENTATION,» 2016. [En línea]. Available: <https://docs.unity3d.com/es/current/Manual/AssetBundlesIntro.html>. [Último acceso: 8 Julio 2017].
- [27] Unity, «Unity DOCUMENTATION,» 2016. [En línea]. Available: <https://docs.unity3d.com/es/current/Manual/gui-Controls.html>. [Último acceso: 8 Julio 2017].
- [28] Monodevelop, «MonoDevelop,» 2017. [En línea]. Available: <http://www.monodevelop.com/>. [Último acceso: 4 Julio 2017].
- [29] Unity, «Unity DOCUMENTATION,» 2016. [En línea]. Available: <https://docs.unity3d.com/es/current/Manual/MonoDevelop.html>. [Último acceso: 5 Julio 2017].
- [30] Vuforia, «Vuforia Developer Portal,» 2017. [En línea]. Available: <https://developer.vuforia.com/downloads/sdk>. [Último acceso: 5 Julio 2017].

- [31] Desarrollo Libre, «DesarrolloLibre,» 14 Enero 2014. [En línea]. Available: [http://www.desarrollolibre.net/blog/tema/73/android/realidad-aumentada-con-vuforia#.WV5qTYg1\\_IU](http://www.desarrollolibre.net/blog/tema/73/android/realidad-aumentada-con-vuforia#.WV5qTYg1_IU). [Último acceso: 5 Julio 2017].
- [32] Vuforia, «Vuforia Developer Library,» 2016. [En línea]. Available: <https://library.vuforia.com/articles/Training/Image-Target-Guide>. [Último acceso: 5 Julio 2017].
- [33] Vuforia, «Vuforia Developer Library,» 2016. [En línea]. Available: <https://library.vuforia.com/articles/Solution/Optimizing-Target-Detection-and-Tracking-Stability#Attributes-of-an-Ideal-Image-Target>. [Último acceso: 5 Julio 2017].
- [34] Vuforia, «Vuforia Developer Library,» 2016. [En línea]. Available: <https://library.vuforia.com/articles/Solution/How-To-Work-with-Device-Databases>. [Último acceso: 7 Julio 2017].
- [35] Vuforia, «Vuforia Developer Library,» 2016. [En línea]. Available: <https://library.vuforia.com/articles/Solution/Targets>. [Último acceso: 7 Julio 2017].
- [36] Vuforia, «Vuforia Developer Library,» 2016. [En línea]. Available: <https://library.vuforia.com/articles/Training/Cloud-Recognition-Guide>. [Último acceso: 7 Julio 2017].
- [37] Vuforia, «Vuforia Developer Library,» 2016. [En línea]. Available: <https://library.vuforia.com/articles/Solution/Comparison-of-Device-and-Cloud-Databases>. [Último acceso: 8 Julio 2017].
- [38] FileZilla, «FileZilla the free FTP solution,» 2017. [En línea]. Available: [https://filezilla-project.org/client\\_features.php](https://filezilla-project.org/client_features.php). [Último acceso: 10 Julio 2017].
- [39] Adobe, «Adobe,» 2017. [En línea]. Available: <https://www.adobe.com/la/products/photoshop.html>. [Último acceso: 10 Julio 2017].
- [40] «proyectosagiles,» [En línea]. Available: <https://proyectosagiles.org/que-es-scrum/>. [Último acceso: 9 Julio 2017].
- [41] J. Palacio, Gestión de proyectos Scrum Manager, Scrum Manager, 2014.

- [42] Hitlab, «Hitlab,» [En línea]. Available:  
<https://www.hitl.washington.edu/artoolkit/>. [Último acceso: 9 Julio 2017].
- [43] «Vuforia Developer Library,» 2016. [En línea]. Available:  
<https://library.vuforia.com/articles/Training/Cloud-Recognition-Guide>. [Último acceso: 15 Junio 2017].
- [44] Vuforia, «Vuforia Developer Library,» 2016. [En línea]. Available:  
<https://library.vuforia.com/articles/Solution/How-To-Work-with-Cloud-Databases#How-To-Create-a-New-Cloud-Database>. [Último acceso: 7 Julio 2017].
- [45] Banco de la República - Colombia, «Banco de la República,» 2013. [En línea]. Available: <http://www.banrep.gov.co/es/billetes-y-monedas/billete-100-mil-pesos-cinco-pasos-para-reconocerlo>. [Último acceso: 10 Julio 2017].
- [46] Unity, «Unity DOCUMENTATION,» 2016. [En línea]. Available:  
<https://docs.unity3d.com/es/current/Manual/BuildingAssetBundles.html>.  
[Último acceso: 9 Julio 2017].
- [47] Unity, «Unity DOCUMENTATION,» 2016. [En línea]. Available:  
<https://docs.unity3d.com/es/current/Manual/DownloadingAssetBundles.html>.  
[Último acceso: 10 Julio 2017].
- [48] Ceindetec, «Ceindetec Llanos,» [En línea]. Available:  
<http://www.ceindetec.org.co>. [Último acceso: 11 Julio 2017].

## 14. GLOSARIO

### 14.1 Aspectos generales de la empresa.

“La Corporación CEINDETEC Llanos es una Entidad Sin Ánimo de Lucro dedicada al fomento de la Investigación y el Desarrollo Tecnológico. Tiene como objetivo contribuir a la apropiación social de la Ciencia y la Tecnología, y al cambio hacia una cultura basada en el Conocimiento y la Investigación, que incorpore el Desarrollo Tecnológico a la cotidianidad y a los procesos productivos dentro de un marco de desarrollo sostenible” [48].

A continuación, se describe la información principal de la entidad en cuestión.



Figura 18. Logo Ceindetec Llanos. [48]

### INFORMACIÓN GENERAL

Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico de los Llanos.

Carrera 19c N° 19-20, Cantarrana 1.

Tel: (8) 673 6925.

Cel.: 321 280 4323.

<http://www.ceindetec.org.co>

## **MISION**

CEINDETEC Llanos pretende generar desarrollo e investigación por medio de empresas de carácter audaz que trabajen en busca del crecimiento personal y social. Busca formar investigadores de excelente calidad a través de las alianzas que se realizarán con diferentes entidades educativas y grupos de investigación pertenecientes al sector tecnológico, generando confianza gracias a la calidad reflejada en cada uno de nuestros productos y servicios [48].

## **VISION**


CEINDETEC Llanos para el 2020 será reconocida como la corporación líder en investigación y desarrollo en la región de los llanos, aplicando los más altos estándares de calidad y el mejor talento humano para fomentar la creación, la innovación e implementación de nuevos productos y servicios tecnológicos de alto nivel que generen impacto social en la comunidad [48].

### **14.2. Acrónimos.**

RA	Realidad aumentada.
Gps	Sistema de posicionamiento global.
Ceindetec Llanos	Centro de investigación y desarrollo tecnológico de los llanos.
VR	Realidad virtual.
UI	Interfaz de usuario
2D	Dos dimensiones (bidimensional).
3D	Tres dimensiones (tridimensional).
IDE	Entorno de desarrollo integrado.
GNU	Licencia Pública General.
Sdk	Kit de desarrollo de software.
Ftp	protocolo de transferencia de archivos.
Gb	Gigabyte.

## 15. ANEXOS

### 15.1 Cláusula de confidencialidad Ceindetec Llanos.



CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO  
TECNOLÓGICO DE LOS LLANOS

**AUTORIZACIÓN PARA EL ACCESO A INFORMACIÓN CLASIFICADA DE CEINDETEC LLANOS**

YO JAIRO ANDRES ARBELAEZ CALDERON identificado con documento de identificación No. 1.121.870.521 de Villavicencio Meta quien en adelante se denominará "La Parte Receptora", manifiesto que me encuentro debidamente facultado para celebrar el presente ACUERDO y me COMPROMETO A GUARDAR CONFIDENCIALIDAD de todos los procesos, procedimientos, actividades, proyectos que se adelanten de investigación, desarrollo e innovación de la Corporación Ceindetec Llanos. Ello incluye datos, diseños, fotografías, dibujos, especificaciones de software, programas de software y muestras entre otros que deba conocer con ocasión de mis funciones, para efectos de este compromiso Ceindetec Llanos será "La parte Reveladora".

Por el término Indefinido desde la suscripción de este COMPROMISO mantendré confidencialidad de toda la información que adquiriera de cualquier manera y que su uso será exclusivo para la tarea u objetivo asignado conforme las funciones de Ceindetec y no será para mi beneficio o propósito personal o de un tercero. Me comprometo a revelar información únicamente a los empleados y terceros que autoricen los directivos de Ceindetec e informaré a quien le revele información de la CONFIDENCIALIDAD sobre la misma.

También me comprometo a mantener a salvo cualquier dibujo, documento, muestra, proceso, datos y a no reproducir ni modificar dichos elementos que pongan en riesgo el proyecto o investigación en curso y las creaciones amparadas por la propiedad intelectual, cualquier vulneración de confidencialidad la comunicaré en forma inmediata a mi superior que tenga bajo su cargo Ceindetec Llanos.

Igualmente me comprometo a cumplir con las siguientes Cláusulas:

**CLÁUSULA PRIMERA - OBLIGACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD:**

- Yo JAIRO ANDRES ARBELAEZ CALDERON reconozco que Ceindetec Llanos ha hecho, o puede poner a mi disposición ciertas listas de clientes, datos de precios, fuentes de suministro, técnicas, información computarizada, mapas, los métodos, producto de diseño, la información, y/o Información Propietaria de, o autorizado a, la Empresa o sus clientes, incluyendo sin restricción, secretos de fabricación, invenciones, patentes, y materiales con derechos de autor.
- Yo JAIRO ANDRES ARBELAEZ CALDERON reconozco que esta información tiene un valor económico, real o potencial, que no es generalmente dado a conocer al público o a los otros que podrían obtener el valor económico de su descubrimiento o empleo y que esta información es sujeta a un esfuerzo razonable por la Empresa de mantener su secreto y confidencialidad. Así mismo, Yo JAIRO ANDRES ARBELAEZ CALDERON no haré ninguna duplicación u otra copia del Material Confidencial.
- Yo JAIRO ANDRES ARBELAEZ CALDERON devolveré inmediatamente me soliciten por parte de Ceindetec Llanos, todo material confidencial que se me haya solicitado. Yo JAIRO ANDRES ARBELAEZ CALDERON notificaré a Ceindetec Llanos cualquier descubrimiento que haya hecho, considerándose esto, como parte del Material Confidencial. Yo JAIRO ANDRES ARBELAEZ CALDERON me comprometo a no utilizar información o Material Confidencial finalizado la relación PASANTIA.

**CLÁUSULA SEGUNDA - CONSECUENCIAS DE INCUMPLIMIENTO:** Quién firma el presente acuerdo de confidencialidad, se sujetará a través de la suscripción del presente compromiso a responder por las acciones civiles, laborales, administrativas, comerciales y penales a que haya lugar para la reclamación de indemnización de perjuicios ocasionados con la violación a la Confidencialidad aquí suscrita por parte de Ceindetec Llanos.

**CLÁUSULA TERCERA - DURACIÓN:** Yo JAIRO ANDRES ARBELAEZ CALDERON me comprometo a mantener el compromiso de confidencialidad respecto a la información y material entregado por Ceindetec Llanos durante el periodo de 5 años o hasta tanto se acuerde que se hará pública total o parcialmente.

Cra 19C N° 19 - 20 Cantarrana I, Villavicencio  
Tel: 672 6935 - Cel: 350 104 4038



**CLAUSULA CUARTA - INFORMACION SOBRE LA QUE NO RESULTA APLICABLE LA CONFIDENCIALIDAD**

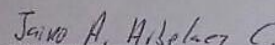
*La obligación de confidencialidad que asume la Parte Receptora no alcanza a aquella información que:*

- 4.1 Sea de dominio público;*
- 4.2 Se encuentre en posesión de La Parte Receptora o de terceros con anterioridad a la celebración del presente acuerdo de confidencialidad, que sea de conocimiento público y siempre que la misma se haya obtenido de manera lícita;*
- 4.3 Aquella que por mandato judicial o administrativo deba ser divulgada;*
- 4.4 Aquella que fuera de conocimiento de las autoridades competentes y entidades supervisoras y que tengan carácter de información pública; y,*
- 4.4 Toda aquella información que por intermedio de analistas económicos o instituciones financieras se pueda obtener.*

**CLÁUSULA QUINTA - SOLUCIÓN DE CONFLICTOS:** En caso de cualquier conflicto o discrepancia que pueda surgir en relación con la interpretación y/o cumplimiento del presente acuerdo, las partes se someten expresamente a lo dispuesto por la ley colombiana vigente.

Suscribo el presente COMPROMISO a favor de CEINDETEC LLANOS, en dos (2) ejemplares en la ciudad de Villavicencio Meta a los 06 días del mes de septiembre de 2017

Certifico haber sido notificado sobre las implicaciones jurídicas que tipifica la divulgación no autorizada de información clasificada, de acuerdo a la legislación vigente y su sanción penal y/o disciplinaria. Como se cita a continuación.

  
**JAIRO ANDRES ARBELAEZ CALDERON**  
No. 1.121.870.521 de Villavicencio Meta

**Fundamento Jurídico**

**Código Penal** (Ley 599 de 2000) Artículos 194, 196, y 308.

**Artículo 194. DIVULGACION Y EMPLEO DE DOCUMENTOS RESERVADOS.** El que en provecho propio o ajeno o con perjuicio de otro divulgue o emplee el contenido de un documento que deba permanecer en reserva, incurrirá en multa, siempre que la conducta no constituya delito sancionado con pena mayor.

**Artículo 196. VIOLACIÓN ILÍCITA DE COMUNICACIONES O CORRESPONDENCIA DE CARÁCTER OFICIAL.** [Penas aumentadas por el artículo 14 de la ley 890 de 2004] El que ilícitamente sustraiga, oculte, extravié, destruya, intercepte, controle o impida comunicación o correspondencia de carácter oficial, incurrirá en prisión de cuarenta y ocho (48) a ciento ocho (108) meses. La pena descrita en el inciso anterior se aumentará hasta en una tercera parte cuando la comunicación o la correspondencia esté destinada o remitida a la Rama Judicial o a los organismos de control o de seguridad del Estado.

**Artículo 308. VIOLACIÓN DE RESERVA INDUSTRIAL O COMERCIAL.** [Penas aumentadas por el artículo 14 de la ley 890 de 2004] El que emplee, revele o divulgue descubrimiento, invención científica, proceso o aplicación industrial o comercial, llegados a su conocimiento por razón de su cargo, oficio o profesión y que deban permanecer en reserva, incurrirá en prisión de treinta y dos (32) a noventa (90) meses y multa de veintiséis punto sesenta y seis (26.66) a tres mil (3.000) salarios mínimos legales mensuales vigentes. En la misma pena incurrirá el que indebidamente conozca, copie u obtenga secreto relacionado con descubrimiento, invención científica, proceso o aplicación industrial o comercial. La pena será de cuarenta y ocho (48) a ciento veintiséis (126) meses de prisión y multa de ciento treinta y tres punto treinta y tres (133.33) a cuatro mil quinientos (4500) salarios mínimos legales mensuales vigentes, si se obtiene provecho propio o de tercero

**CÓDIGO DE PROCEDIMIENTO PENAL.** (Ley 906 de 2003) **Artículo 383 – OBLIGACIÓN A RENDIR TESTIMONIO.** Toda persona está obligada a rendir, bajo juramento, el testimonio que se le solicite en el juicio oral y público o como prueba anticipada, salvo las excepciones constitucionales y legales

**Artículo 385. EXCEPCIONES CONSTITUCIONALES.** Nadie podrá ser obligado a declarar contra sí mismo o contra su cónyuge, compañera o compañero permanente o parientes dentro del cuarto grado de consanguinidad o civil, o segundo de afinidad.



Artículo 385. EXCEPCIONES CONSTITUCIONALES, Nadie podrá ser obligado a declarar contra sí mismo o contra su cónyuge, compañera o compañero permanente o parientes dentro del cuarto grado de consanguinidad o civil, o segundo de afinidad.

Cra 19C N° 19 - 20 Cantarrana I, Villavicencio  
Tel: 673 6925 - Cel: 350 494 4938

[informacion@ceindetec.org.co](mailto:informacion@ceindetec.org.co) // [www.ceindetec.org.co](http://www.ceindetec.org.co)